

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)特許出願公表番号

特表平8-507115

(43)公表日 平成8年(1996)7月30日

(51)Int.Cl.⁶

F 0 4 B 37/08

識別記号

庁内整理番号

F I

6907-3H

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 28 頁)

(21)出願番号 特願平6-519162
(86)(22)出願日 平成6年(1994)2月23日
(85)翻訳文提出日 平成7年(1995)8月23日
(86)国際出願番号 PCT/US94/01765
(87)国際公開番号 WO94/19608
(87)国際公開日 平成6年(1994)9月1日
(31)優先権主張番号 08/023,697
(32)優先日 1993年2月26日
(33)優先権主張国 米国(US)
(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), DE, GB, JP

(71)出願人 ヘリックス・テクノロジー・コーポレーション
アメリカ合衆国マサチューセッツ州02048—
9171マンスフィールド・ナインハンブシャー
ストリート・マンスフィールドコーポレ
イトセンター(番地なし)
(72)発明者 パートレット, アレン・ジェイ
アメリカ合衆国マサチューセッツ州01757ミ
ルフオード・ジルソンサークル10
(72)発明者 ヤマーテイノ, スチーブン・ジェイ
アメリカ合衆国マサチューセッツ州01778ウ
エイランド・ダブリンロード12
(74)代理人 弁理士 小田島 平吉

(54)【発明の名称】 電子制御再生を有する極低温真空ポンプ

(57)【要約】

高速部分再生プロセスにおいて、クライオポンプの第2段が、バージガスがクライオポンプに付与される時、加熱される。試験ループにおいて、バージガスは、オフにされ、そして粗引き弁が開放される。クライオポンプが、短時間で十分に低い圧力に粗引きされることにより、第2段からのガスが十分ないと判断されるならば、システムは、再調整フェーズに進む。しかし、システムが試験に失敗するならば、それは、暖バージガスのバーストで再バージされ、その後、再試験される。空き試験に合格した後、圧力は、熱が第2段に印加される時、粗引きポンプによってさらに低下される。その後、熱は、システムがベース圧力に粗引きポンピングされ続ける時、冷却のためにオフにされる。ほぼベース圧力において、粗引き弁は、クライオポンプ圧力をベース圧力の近くのレベルに維持するために循環される。多重クライオポンプが共通粗引きポンプ岐管に結合される時、それらは、クロス汚染を避けるために、ロック段階において部分再生シーケンスを通して処理される。

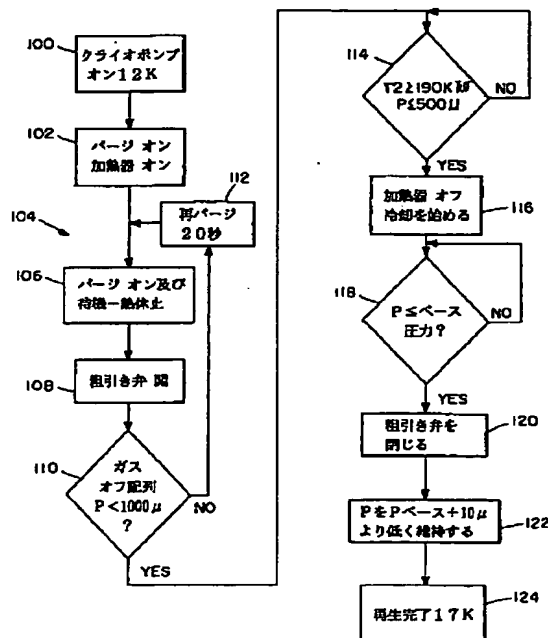


FIG. 4

【特許請求の範囲】

1. 少なくとも第1及び第2段を有するクライオポンプの部分再生の方法において、

クライオポンプの第2段を加熱することと、

クライオポンプに第2段において凝縮及び吸着されたガスが十分になくなるまで、クライオポンプへの暖かいパージガスの付与とクライオポンプからの粗引き弁の開放の間を循環することとを具備する方法。

2. パージと粗引きの間を循環するステップにおいて、圧力が粗引き時間当たり所定の量降下する時、クライオポンプが十分に空きであることを決定するために、クライオポンプの圧力を監視することをさらに具備する請求の範囲1に記載の方法。

3. 暖かいパージガスの付与と粗引き弁の開放が、クライオポンプの圧力が、所定量の粗引き時間内に約1、000ミクロンの圧力レベルに降下するまで、循環される請求の範囲1に記載の方法。

4. 共通粗引きポンプにそれぞれの粗引き弁を通して結合された複数のクライオポンプを具備するシステムにおいて、クライオポンプが、粗引き弁が開である間、ほぼ等しい圧力を維持する如く、粗引きポンプへの粗引き弁を同時にクライオポンプに開放させることを具備する請求の範囲1に記載の方法。

5. 少なくとも第1及び第2段を有するクライオポンプの部分再生の方法において、

第2段の加熱を継続しながら、クライオポンプの圧力を低下させるために粗引き弁を開に維持することと、

第2段の加熱を停止させ、クライオポンプの圧力をさらに低下させるた

めに、粗引き弁を開いてクライオポンプの粗引きポンピングを継続させることと

、

ベース圧力レベルにおいて粗引き弁を閉じることと、

クライオポンプの圧力をベース圧力レベルの近くに維持するために、クライオポンプが冷却する時、粗引き弁を循環的に開閉することとを具備する請求の範囲1

に記載の方法。

6. 第2段が、粗引き弁が開である間、175kよりも高い温度まで加熱される請求の範囲5に記載の方法。

7. クライオポンプの部分再生の方法において、クライオポンプは、極低温冷凍器によって冷却されるクライオポンプ室において少なくとも第1及び第2段を有し、冷温の第2段において吸着材と、第2段を加熱するための第2段加熱要素と、クライオポンプ室へパージガスを付与するための暖パージガス源と、クライオポンプ室を粗引きポンプへ結合するための粗引き弁とがあり、極低温冷凍器の動作を継続しながら、

a) パージガスをクライオポンプ室に付与しながら、加熱要素で第2段を加熱することと、

b) 休止時間を通して第2段を加熱し続けながら、パージガスを使用禁止にすることと、

c) 所定の時間期間に対して粗引き弁を開放することと、

d) クライオポンプの圧力が第1の所定圧力レベルまで低下されなかったならば、粗引き弁を閉じ、パージガスのバーストをクライオポンプ室に付与し、圧力が第1の所定レベルまで低下されるまで、段階b、cとdを循環することと、

e) 第2段の温度を所定温度レベルに上昇させ、クライオポンプ室の圧

力を第2の所定圧力レベルまで下降させるために、粗引き弁を開いて第2段の加熱を継続することと、

f) 第2段の加熱要素をオフにすることと、

g) クライオポンプ室における圧力がベース圧力レベルまで降下する時、粗引き弁を閉じることと、

h) 第2段が冷却する時、圧力をほぼベース圧力レベルよりも低く維持するために、クライオポンプ室の圧力を監視し、粗引き弁を循環的に開閉することとを具備する請求の範囲1に記載の方法。

8. クライオポンプの再生の方法において、

クライオポンプからガスを解放するためにクライオポンプを暖めることと、

クライオポンプの圧力をベース圧力レベルにするために粗引き弁を通してクライオポンプを粗引きポンピングし、その後、粗引き弁を閉じることと、
クライオポンプの圧力をベース圧力レベルの近くに維持するために、クライオポンプが冷却する時、粗引き弁を循環的に開閉することとを具備する方法。

9. ベース圧力レベルが、約25～250ミクロンの範囲にある請求の範囲8に記載の方法。

10. 吸着材が第2冷温段にある、極低温冷凍器によって冷却されるクライオポンプ室における少なくとも第1及び第2段と、
第2段を加熱するための第2段加熱要素と、
パージガスをクライオポンプ室に付与するための暖パージガス弁と、
クライオポンプ室を粗引きポンプに結合するための粗引き弁と、

加熱要素、パージガス弁及び粗引き弁を制御するための電子制御器であり、制御器は、

クライオポンプの第2段を加熱することと、
クライオポンプに第2段において凝縮及び吸着されたガスが十分になくなるまで、クライオポンプへのパージガスの付与とクライオポンプからの粗引き弁の開放の間を循環することと、
クライオポンプの圧力を低下させるために粗引きポンプを開に維持することにより、極低温冷凍器の動作を継続しながら、部分再生プロセスを制御するようにプログラムされる電子制御器とを具備するクライオポンプ。

11. 制御器が、クライオポンプの圧力を監視し、圧力が粗引き時間当たり所定量降下する時、クライオポンプが十分に空きであることを判定する請求の範囲10に記載のクライオポンプ。

12. クライオポンプの圧力が、所定量の粗引き時間内に約1、000ミクロンの圧力レベルに降下するまで、暖パージガスの付与と粗引き弁の開放が循環される請求の範囲10に記載のクライオポンプ。

13. 吸着材が第2冷温段にある、極低温冷凍器によって冷却されるクライオポンプ室における少なくとも第1及び第2段と、

第2段を加熱するための第2段加熱要素と、
クライオポンプ室を粗引きポンプに結合するための粗引き弁と、
加熱要素、パージガス弁及び粗引き弁を制御するための電子制御器であり、制御器は、
クライオポンプからガスを解放するためにクライオポンプを暖めることと、

クライオポンプの圧力をベース圧力レベルにするために粗引き弁を通してクライオポンプを粗引きポンピングし、その後、粗引き弁を閉じることと、
クライオポンプの圧力をベース圧力レベルの近くに維持するために、クライオポンプが冷却する時、粗引き弁を循環的に開閉することにより再生プロセスを制御するようにプログラムされる電子制御器とを具備するクライオポンプ。

14. 吸着材が第2冷温段にある、極低温冷凍器によって冷却されるクライオポンプ室における少なくとも第1及び第2段と、
第2段を加熱するための第2段加熱要素と、
パージガスをクライオポンプ室に付与するための暖パージガス弁と、
クライオポンプ室を粗引きポンプに結合するための粗引き弁と、
加熱要素、パージガス弁及び粗引き弁を制御するための電子制御器であり、制御器は、

クライオポンプからガスを解放するためにクライオポンプを暖めることと、
クライオポンプの圧力をベース圧力レベルにするために粗引き弁を通してクライオポンプを粗引きポンピングし、その後、粗引き弁を閉じることと、
クライオポンプの圧力をベース圧力レベルの近くに維持するために、クライオポンプが冷却する時、粗引き弁を循環的に開閉することにより再生プロセスを制御するようにプログラムされる電子制御器とを具備するクライオポンプ。

15. ベース圧力レベルが、約25～250ミクロンの範囲にある請

求の範囲14に記載のクライオポンプ。

16. クライオポンプを制御するための電子制御器において、
クライオポンプの第2段を加熱することと、

クライオポンプに凝縮及び吸着されたガスが十分になくなるまで、クライオポンプへの暖パージガスの付与とクライオポンプからの粗引き弁の開放の間を循環することにより、極低温冷凍器の動作を継続しながら、部分再生プロセスにおいてクライオポンプ第2段加熱要素、パージガス弁及び粗引き弁を制御するようにプログラムされる電子制御器。

17. 制御器が、クライオポンプの圧力を監視し、圧力が粗引き時間当たり所定量降下する時、クライオポンプが十分に空きであることを判定する請求の範囲16に記載の電子制御器。

18. 暖かいパージガスの付与と粗引き弁の開放が、クライオポンプの圧力が、所定量の粗引き時間内に約1、000ミクロンの圧力レベルに降下するまで、循環される請求の範囲16に記載の電子制御器。

19. クライオポンプを制御するための電子制御器において、
第2段の加熱を継続しながら、クライオポンプの圧力を低下させるために粗引き弁を開に維持することと、
第2段の加熱を停止させ、クライオポンプの圧力をさらに低下させるために、粗引き弁を開にしてクライオポンプの粗引きポンピングを継続することと、
ベース圧力において粗引き弁を閉じることと、
クライオポンプの圧力をベース圧力レベルの近くに維持するために、クライオポンプが冷却する時、粗引き弁を循環的に開閉することによりさらに制御する請求の範囲15に記載の電子制御器。

20. クライオポンプを制御するための電子制御器において、
第2段からガスを解放するためにクライオポンプの第2段を加熱することと、
クライオポンプの圧力をベース圧力レベルにするために粗引き弁を通してクライオポンプを粗引きポンピングし、その後、粗引き弁を閉じることと、
クライオポンプの圧力をベース圧力レベルの近くに維持するために、クライオポンプが冷却する時、粗引き弁を循環的に開閉することにより、再生プロセスにおいてクライオポンプ加熱要素、パージガス弁、及び粗引き弁を制御するようにプログラムされる電子制御器。

21. ベース圧力レベルが、約25～250ミクロンの範囲にある請求の範囲20に記載の電子制御器。

22. クライオポンプを粗引きポンピングしながら、第2段クライオパネルを175 Kよりも高い温度に加熱することを具備する、極低温冷凍器に結合されたクライオパネルの少なくとも第1及び第2段を有するクライオポンプの部分再生の方法。

23. 第2段クライオパネルの温度が、冷凍器の動作を継続しながら、200 Kよりも低い温度において維持される請求の範囲22に記載の方法。

24. 共通粗引きポンプにそれぞれの粗引き弁を通して複数のクライオポンプを結合することと、

それぞれの粗引き弁が開である間、クライオパネルがほぼ等しい圧力を維持する如く、再生プロセスを通して粗引きポンプへの粗引き弁を同時にクライオポンプに開放させることとを具備するクライオポンプを制御

する方法。

【発明の詳細な説明】**電子制御再生を有する極低温真空ポンプ****発明の背景**

現在利用される極低温真空ポンプ、即ちクライオポンプは、一般に、共通の設計概念に従う。通常 $4^{\circ} \sim 25^{\circ} \text{K}$ の範囲において動作する低温配列は、一次ポンピング表面である。この表面は、低温配列への放射線遮蔽を設ける $60^{\circ} \sim 130^{\circ} \text{K}$ の温度範囲において通常動作される高温放射線遮蔽によって包囲される。放射線遮蔽は、一般に、一次ポンピング表面と真空排気される作業室の間に位置付けられた前面配列を除いて閉じられたハウジングを具備する。

動作において、水蒸気の如く高沸点ガスが、前面配列において凝縮される。低沸点ガスは、その配列を通して放射線遮蔽内の容積に流れ、低温配列において凝縮する。低温配列の温度以下において動作する木炭又は分子ふるいの如く吸着材を被覆された表面がまた、この容積において設けられ、水素の如く非常に低い沸点のガスを取り除く。こうしてガスがポンピング表面に凝縮及び／吸着されると、真空のみが、作業室に残される。

閉サイクルクーラーによって冷却されたシステムにおいて、クーラーは、一般に、放射線遮蔽の後部又は側部を貫通する冷指を有する2段冷凍器である。高圧ヘリウム冷凍剤は、一般に、圧縮器組立体から高圧管路を通してクライオクーラーに送り出される。また、クーラーにおける変位器駆動モーターへの電力が、通常、圧縮器を通して送り出される。

クライオクーラーの第2最冷段の冷端部は、冷指の先端にある。一次

ポンピング表面又はクライオパネルは、冷指の第2段の最冷端部においてヒートシンクに連結される。このクライオパネルは、カップの単純な金属板であるか、又は第2段ヒートシンクの回りに配置され、それらに連結された金属バッフルの配列である。この第2段クライオパネルはまた、低温吸着材を支持する。

放射線遮蔽は、冷凍器の第1段の最冷端部において、ヒートシンク又はヒートステーションに連結される。遮蔽は、放射熱からそれを保護するように第2段クライオパネルを包囲する。前面配列は、側面遮蔽を通して、又は米国特許第4、

356、810号において開示された如く、熱支柱を通して、第1段ヒートシンクによって冷却される。

数日又は数週間の使用の後、クライオパネルに凝縮したガス、とりわけ、吸着されたガスは、クライオポンプを飽和し始める。その時、クライオポンプを暖め、こうして、ガスを解放させ、システムのためにガスを取り除くための再生手順に従わなければならない。ガスが蒸発する時、クライオポンプにおける圧力は増大し、そしてガスは、逃がし弁を通して排出される。再生中、クライオポンプは、しばしば、暖かい窒素ガスでパージされる。窒素ガスは、クライオパネルの暖機を促進し、そしてまた、クライオポンプから水と他の蒸気を流すために役立つ。窒素は、比較的不活性であり、水蒸気なしに入手可能であるために、通常のパージガスである。それは、通常、窒素貯蔵びんから流体管路とクライオポンプに結合されたパージ弁を通して送り出される。

クライオポンプがパージされた後、それは、クライオポンプ表面と冷指の回りにガス伝導により熱伝達を低減させる真空を生成するために粗引きポンピングされなければならない、こうして、クライオクーラーを正

常動作温度まで冷却させる。粗引きポンプは、一般に、流体管路を通してクライオポンプに取り付けた粗引き弁に結合された機械的ポンプである。

一般再生プロセスは、クライオポンプが真空を生成する製造又は他のプロセスがアイドルでいなければならない数時間を必要とする。多くのシステムにおいて、再生を必要とするのは第2段のみである。このため、部分的再生プロセスが使用され、この場合、冷凍器が第1段からのガスの解放を防止するために動作し続ける時、第2段が、その段のみからガスを解放するために暖められる。ガスが第1段から解放されないことは重要である。というのは、そのガスは、暖かい第2段を汚染させ、そのような汚染は、クライオポンプが全再生サイクルを通して投入されることを必要とするためである。冷凍器は動作し続け、クライオパネルは比較的冷温にとどまるために、部分再生プロセスの後の冷却時間は、全再生のそれよりもかなり小さい。

再生プロセスの制御は、冷指ヒートステーションに結合された温度計によって

容易にされる。熱電対圧力計がまた、クライオポンプとともに使用された。再生はクライオクーラーを手動でオン／オフさせ、パージ及び粗引き弁を手動で制御することにより制御されるが、分離再生制御器が、より精巧なシステムにおいて使用される。制御器からのリード線は、センサーの各々、クライオクーラーモーター及び作動される弁に結合される。一体形電子制御器を有するクライオポンプは、米国特許 4、918、930において提示される。

発明の開示

本発明は、クライオポンプの再生方法に関し、そして詳細には、部分

再生とその再生プロセスを制御するための電子回路に関する。クライオポンプは、クライオポンプ室において少なくとも第1及び第2段を有する。各段は、極低温冷凍器によって冷却され、そして第2冷温段において吸着材がある。第2段は、部分再生プロセス中加熱要素によって加熱される。暖かいパージガスが、パージ弁を通してクライオポンプ室に加えられる。クライオポンプ室は、初期的に、粗引き弁を通して粗引きポンプによりポンピングされる。

本発明の好ましい部分再生方法において、クライオポンプの第2段は、加熱され、そしてパージガスは、第2段からガスを解放するためにクライオポンプ室に加えられる。第1段からのガスの解放を生じさせるクライオポンプの過熱を避け、さらに、第2段が十分に再生されることを保証するために、システムは、クライオポンプへのパージガスのバーストの適用とクライオポンプからの粗引き弁の開放の間で循環する。システムは、クライオポンプが第2段から凝縮及び吸着ガスが十分でないことを判定されるまで、パージと粗引きの間で循環する。好ましくは、第2段は、粗引き中クライオポンプの圧力を監視し、クライオポンプの圧力が粗引き時間中約1、000ミクロンの如く所定レベルまで降下したかを判定することにより、空であることを判定される。クライオポンプがそのレベルに達しないならば、システムは、再び、パージ及び粗引きプロセスを循環する。

いったんクライオポンプが先行ステップにおいて十分に空きであると判定されるならば、粗引き弁は、開に保たれ、圧力をさらに低下させる。第2段加熱が、吸着材からガスをさらに取り除くために、175 K～200 Kの温度を維持し続

けることが好ましい。いったん圧力が所定レベ

ルまで低下されるならば、加熱要素は、オフにされ、粗引きは継続する。

システムが冷却する時、粗引き弁は、圧力がベース圧力レベルまでさらに低下される時、閉じられる。いったんクライオポンプが十分に冷えるならば、それは、クライオパネルにおけるガスの凝縮と吸着により圧力を引き下げ続ける。しかし、初期的に、粗引き弁の閉鎖の後、クライオポンプにおける除気は、圧力を増加させる。本発明の別の見地により、クライオポンプが冷却する時、粗引き弁は、循環的に開閉され、クライオポンプの圧力をベース圧力レベル近くに維持する。好ましくは、ベース圧力レベルは、約25～250ミクロンの範囲内にある。例えば、粗引き弁は、クライオパネルが圧力を50ミクロンよりも低下させるまで、50～60ミクロンの圧力を維持するために循環する。

複数のクライオポンプは、それぞれの粗引き弁を通して、共通粗引きポンプに結合される。その場合に、すべてのクライオポンプの高速再生のために、クライオポンプは、粗引きポンプへのそれぞれの粗引き弁を同時に開放する。再生サイクルを通して、クライオポンプは、それぞれの粗引き弁が開である間、ほぼ等しい圧力を維持する。

図面の簡単な説明

発明の前述及び他の目的、特徴及び利点は、添付の図面に示された如く、発明の好ましい実施態様の次の詳細な説明から明らかになる。種々の図面を通して、同様の参照文字は同一部分を参照する。図面は、必ずしも等尺ではなく、代わりに、発明の原理を示すことが強調される。

第1図は、本発明を具現するクライオポンプの側面図である。

第2図は、電子モジュールとハウジングを除去した第1図のクライオポンプの断面図である。

第3図は、第1図のクライオポンプの頂面図である。

第4図は、電子モジュールにプログラムされた部分再生手順の流れ図である。

第5図は、粗引きポンプ多岐管に結合されたクライオポンプの群を具えるネッ

トワークの例である。

好ましい実施態様の詳細な説明

第1図は、本発明を具現するクライオポンプの例である。クライオポンプは、真空排気されるシステムにポンプを取り付けるためのフランジ22を有する通常の真空容器20を含む。本発明により、クライオポンプは、容器20の一方の端部においてハウジング26に電子モジュール24を含む。制御パッド28は、ハウジング26の一方の端部に旋回可能に取り付けられる。破線30で示された如く、制御パッドは、都合の良い視野を設けるためにピン32の回りで旋回される。パッドブラケット34は、制御パッドが反転される如く、反対端部において付加穴36を有し、この場合、クライオポンプが、第1図に示されたものから反転した方位において取り付けられる。また、エラストマー足部38が、反転された時、ポンプを支持するために電子回路ハウジング26の平上面において設けられる。

第2図に示された如く、クライオポンプの多くは、従来のものである。第2図において、ハウジング26は、駆動モーター40とクロスヘッド組立体42を露呈するために取り除かれる。クロスヘッドは、モーター40の回転動作を往復動作に変換させ、2段冷指44内の変位器を駆動する。各サイクルで、管路46を通して圧力下で冷指に導入されたヘリウムガスが、膨張され、こうして、冷指を極低温に維持するために冷却

される。それから、変位器における熱交換マトリックスによって暖められたヘリウムは、管路48を通して排出される。

第1段ヒートステーション50は、冷凍器の第1段52の冷端部に取り付けられる。同様に、ヒートステーション54は、第2段56の冷端部に取り付けられる。適切な温度センサー要素58と60は、ヒートステーション50と54の後部に取り付けられる。

一次ポンピング表面は、ヒートシンク54に取り付けたクライオパネル配列62である。この配列は、米国特許第4,555,907号において開示された如く複数のディスクを具備する。低温吸着材が、非凝縮性ガスを吸着するために配

列62の保護表面に取り付けられる。

カップ形状放射線遮蔽64は、第1段ヒートステーション50に取り付けられる。冷指の第2段は、その放射線遮蔽における開口を貫通する。この放射線遮蔽64は、放射された一次クライオパネル配列の加熱を最小にするために、後部と側部まで一次クライオパネル配列を包囲する。放射線遮蔽の温度は、ヒートシンク50における40°Kから真空室への開口68に隣接して130°Kまでの範囲である。

前面クライオパネル配列70は、一次クライオパネル配列のための放射線遮蔽と水蒸気の如く高沸点ガスのためのクライオポンプ表面として役立つ。このパネルは、スポーク状板74によって接合した同心のルーバ及びシェブロン72の円形配列を具備する。このクライオパネル70の構成は、円形の同心構成要素に限定される必要はないが、一次クライオパネルに低沸点ガスのためのパスを設けながら、放射熱遮蔽と高温クライオポンプパネルとして役立つように配置されるべきである。

第1図と第3図に示された如く、圧力逃がし弁76は、エルボ78を

通して真空容器20に結合される。第3図に示された如く、モーターと電子回路ハウジング26の他方の側には、垂直パイプ82を通してハウジング20に取り付けた電気作動パージ弁80がある。また、パイプ82を通してハウジング20に結合されて、電気作動粗引き弁84がある。弁84は、エルボ85を通してパイプ82に結合される。最後に、熱電対真空圧力計86は、パイプ82を通して室20の内部に結合される。

クライオポンプにおいて、第2図に示された加熱器組立体69は、従来のものではない。加熱器組立体は、電気加熱ユニットを溶接密閉する管を含む。加熱ユニットは、加熱器マウント71を通して第1段と加熱器マウント73を通して第2段を加熱する。

冷凍器モーター40、クライオパネル加熱器組立体69、パージ弁80及び粗引き弁84は、すべて、電子モジュールによって制御される。また、モジュールは、温度センサー58と60によって検出された温度と、TC圧力計86によっ

て感知された圧力を監視する。

部分再生プロセスを制御するために、電子モジュールは、第4図に示された如くプログラムされる。初期的に、クライオパネルは、約12 Kの第2段温度を有する状態100において正常動作している。部分再生手順を開始するために、システムは、暖かい窒素パージガスを導入するためにパージ弁を開放し、そして第1及び第2段への加熱器をオンにする。極低温冷凍器は、動作し続けるが、その冷却効果は、印加された熱によって部分的に克服される。パージは、例えば、2分間の初期期間に対して維持される。

第1段は、ガスが第2段から解放された後、液化ガスの収集を最小にするために約110 Kに暖められ、かつ保持される。第1段温度は、水

蒸気の解放を避けるために十分に低く保持される。第2段温度設定点は、175 K～200 Kのレベルにおいて設定される。第2段は、窒素とアルゴンの如くガスによる吸着材の汚染を最小にするために、175 Kよりも高く加熱され、粗引き中そこに保持される。第2段は、冷却時間を短縮するために200 Kよりも低く保持される。好ましい温度設定点は190 Kである。

再生プロセスの第1フェーズは、第2段加熱器が190 Kの温度を維持するループ104であるが、全体熱投入は、パージガスのパルス化により周期的にされる。最短時間において部分再生を達成するために、パージガスは、吸着材からガスを放出するために必要な多回数パルスで送られる。こうして、各パルスの後、空き試験が、粗引き弁の開放により行われる。試験が失敗するならば、付加的な熱パルスが、残留ガスを取り除くために付与される。この方法により、十分な熱が投入され、そして十分な時間が、第2段において吸着又は凝縮されたガス量をクライオポンプから取り除くために費やされる。第2段において凝縮又は吸着されたガス量により、システムは、一般に、空き試験に合格する前に、1～6回循環する。

さらに具体的には、ループ104において、パージは、106においてオフにされる。その後、システムは、約60秒間休止し、伝導を通して第2段をさらに加熱させる。それから、108において、粗引き弁は、クライオポンプ室を排気

するために開放される。粗引き弁が開である時、システムは、110において、圧力が、約150秒の粗引き時間中、1、000ミクロンよりも低下したかを判定するためにチェックする。材料が、第2段配列において吸着又は凝縮されているならば、ガスは、加熱

された第2段から放出し続け、粗引きポンピングによる急速な圧力低下を防止する。

さらに、すべての材料が第2段から解放されたとしても、それは、第1段又はクライオポンプ容器にさえも液体形態でたまる。第2段配列の継続した加熱は、これらの液体の蒸発にあまり影響を与えないが、液体の存在は粗引きポンピングを遅らせる。事実、粗引き弁の開放により、圧力の急速降下が、冷却液体の再凍結を生じさせ、圧力を低下させる昇華又は蒸発を生じさせるために粗引きポンプのために必要な時間を実質的に増大させる。

第2段配列からの液体又は固体が第2段に残留するか、又はクライオポンプのどこかにためられるならば、粗引きは、圧力安定状態において停滞する。その安定状態のレベルは、関与した流体に左右され、1、000ミクロン試験レベルよりも数倍高い。しかし、千ミクロンレベルは、経験される任意の安定状態よりも明らかに低く、クライオポンプが十分に空きであるならば、150秒の粗引き中に達せられるべきである。

110において、圧力が1、000ミクロンまで降下しなかったならば、クライオポンプは十分に空きでないことが判定される。粗引き弁は、112において閉じられ、そしてパージ弁は、20秒間、開かれる。ほぼ大気圧におけるパージガスの導入は、プールされた液体の迅速な蒸発と凝縮及び吸着されたガスの一層の解放を容易にする。パージガスのバーストの後、システムは、110において空き試験により、106における熱休止と108における粗引き弁の開放を通して再循環する。

いったんシステムが110における空き試験に合格するならば、粗引き弁は、開いておかれ、パージはもはや行われない。熱は、第2段の温

度を190 Kにおいて維持するために第2段に印加され続ける。部分再生プロセスのこの再調整フェーズは、チェック114によって示された如く、第2段が190 Kまで加熱され、圧力が500 ミクロンまで低下されるまで継続する。いったんこれらの限界に達したならば、加熱器は、116においてオフにされ、粗引き弁は開いておかれる。クライオパネルは冷却し、粗引き弁は排気して、システムは、118において、50 ミクロン、好ましくは25～250 ミクロンの範囲のベース圧力への圧力減少をチェックする。それから、粗引き弁は、120において閉じられる。

粗引き弁が閉じられるベース圧力は、特定システムによって決定される。一般に、圧力は、粗引きポンプからの油の逆流による吸着材の危険な汚染なしに、できる限り低いレベルに低下される。

第2段の温度は、圧力がベース圧力に低下されるまで、190 Kにおいて維持されるが、そのようなアプローチは、冷却時間を増大させ、こうして、全体の部分再生プロセスの時間を増大させる。加熱器をオフにする前のわずかに500 ミクロンへの減少は、良い妥協であることが判明した。事実、上記の粗引き手順を使用して、10個の逐次部分再生手順が、吸着材の水素ポンピング容量の変化なしに走らされた。

継続した内部除気により、クライオポンプ内部圧力は、クライオポンプが冷却し続ける時さえも上昇する。その圧力は、再冷却を遅らせ、クライオポンプの再冷却を防止するために十分に高く上昇する。除気によりこの圧力増大を防止するために、粗引き弁は、122においてベース圧力の近くの限界の間で循環される。こうして、圧力がベース圧力よりも高い10 ミクロンまで増大する時、粗引き弁は、圧力をベース圧力に

引き戻すために開放される。これは、圧力を許容レベルに保ち、そしてまた、付加ガスの除去により吸着材の一層の調整を行う。粗引き弁循環のこのアプローチはまた、十分な再生の後、粗引きポンピングに適用される。

いったん第2段温度が17 Kに達したならば、部分再生手順は、124において完了される。

第5図は、すでに記載されたクライオポンプの網を示す。クライオポンプを連結するライン180において、圧縮器ユニット182からヘリウムとパワーを分配するためにヘリウムラインとパワーラインが包含される。また、ライン180において、網通信ポートを通してクライオポンプを連結するSDLCマルチドロップ通信線が包含される。

すべての網通信は、RS232ポートを通してシステムコントローラ186と通信する網インターフェース端末によって制御される。網インターフェース端末は多数のクライオポンプを制御するが、システムコントローラ185は、例えば、半導体作製システムにおけるすべての処理に対して責任を負う。網インターフェース端末はまた、モデム188を通してホストコンピュータと通信する。モデム188又はRS232ポートのいずれかを通して、網インターフェース端末は、網において連結されたクライオポンプを再構成するために使用される。

第9図は、2つのグループにおいて連結された7個のクライオポンプを示す。クライオポンプA1、A2とA3は、多岐管190を通して共通粗引きポンプ192に結合される。クライオポンプB1、B2、B3とB4は、多岐管194を通して共通粗引きポンプ196に結合される。単一粗引きポンプへの複数クライオポンプの連結により、2つの粗引き

弁は、異なる圧力におけるクライオポンプを共通粗引きポンプに連結するために一度に開放されることはないことは重要である。そうでなければ、一つのクライオポンプにおいて獲得された真空は、続くクライオポンプが多岐管190に結合される時失われ、そしてクロス汚染が生ずる。

米国特許5、176、004において提示された制御システムにおいて、網インターフェース端末184は、一度に粗引きポンプへの唯一のクライオポンプのアクセスを許容した。それは、クライオポンプのクロス汚染を防止したが、そのアプローチの不都合は、ポンプが同時に粗引きポンピングされないために、複数ポンプの最も迅速な再生を設けないことである。

本発明により、幾つかのクライオポンプが、それらの粗引き弁を同時に開放することを許容される。しかし、クロス汚染を避けるために、網インターフェース

端末184は、すべてのクライオポンプが再生プロセスの同一フェーズにあることを保証する。こうして、すべてのクライオポンプは、同時に部分再生プロセスを始めるように指示され、その結果、粗引き弁は、初期再生フェーズ中108において同時に開く。クライオポンプはすべて同期して動作しているために、各クライオポンプは、粗引き弁が開く時、初期的にほぼ大気圧にあり、そして粗引きポンプは、3つのポンプを同時に引き降ろす。すべてのポンプがほぼ同一圧力にあると、クロス汚染はない。システムがループ104を続ける回数は、最も多くのパージサイクルを必要とするクライオポンプによって決定される。共通多岐管に結合されたすべてのクライオポンプは、すべてが110における空き試験に合格するまで再パージ及び粗引きされる。その後、120における粗引き弁の閉鎖まで、多岐管に連結されたクライオポン

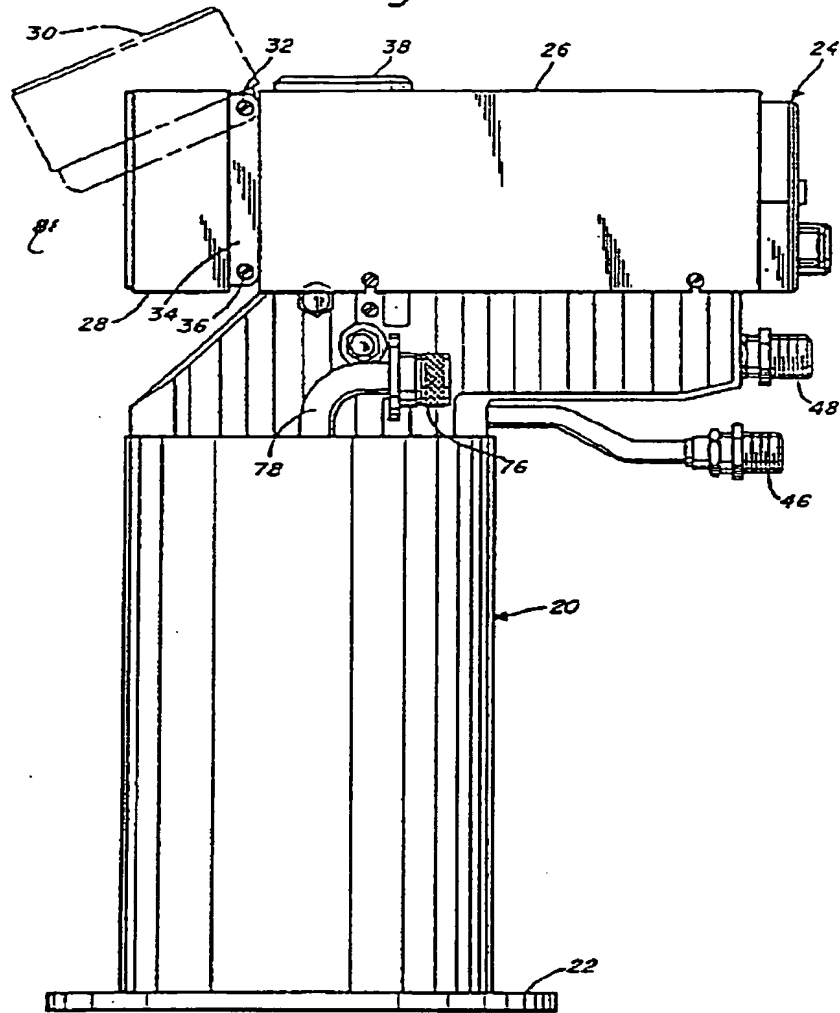
プのすべては、同一圧力においてとどまり続ける。

圧力をほぼベース圧力に維持するために122における粗引き弁の循環中、粗引き弁は、ロック段階において保持されない。この期間中に開く弁は、相互に10ミクロン以内に室に対して開く。10ミクロンの圧力差は、粗引きポンプが引き続ける時、クロス汚染の懸念を提示しない。

この発明が、好ましい実施態様を参照して詳細に示され記載されたが、技術における当業者には、形態と詳細における多様な変形が、添付の請求の範囲によって記載された如く、発明の精神と範囲に反することなく行われることが理解される。

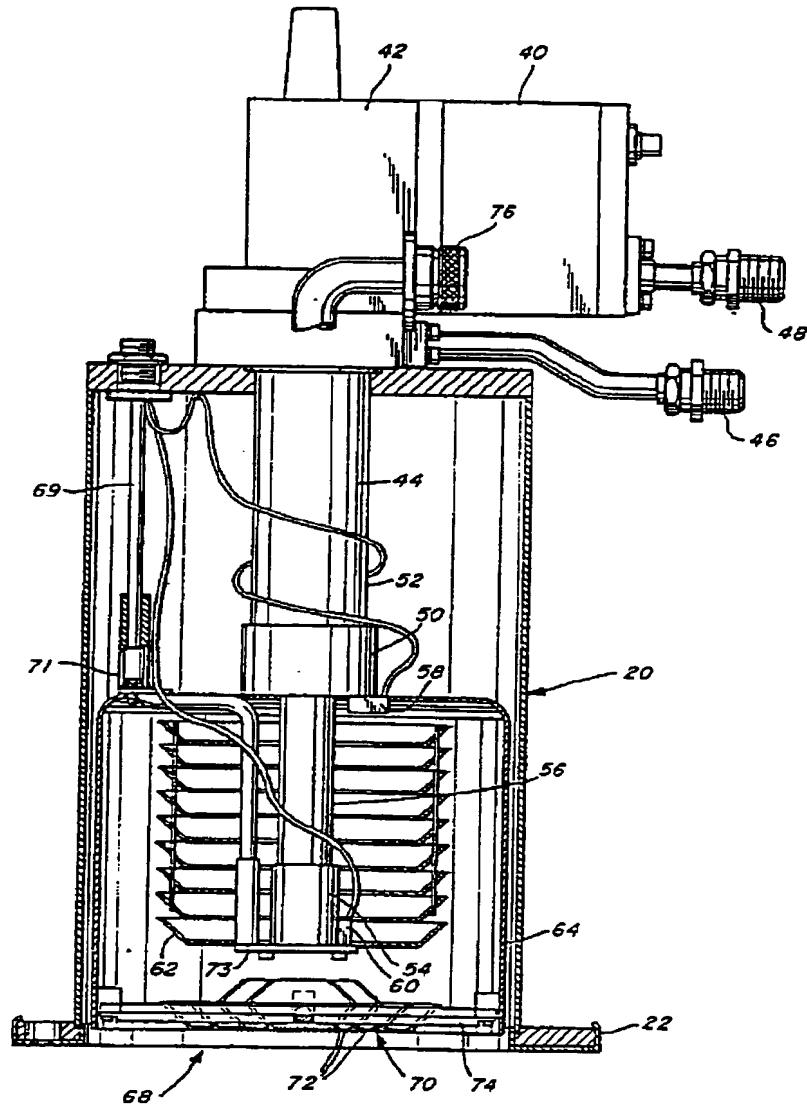
【図1】

Fig. 1

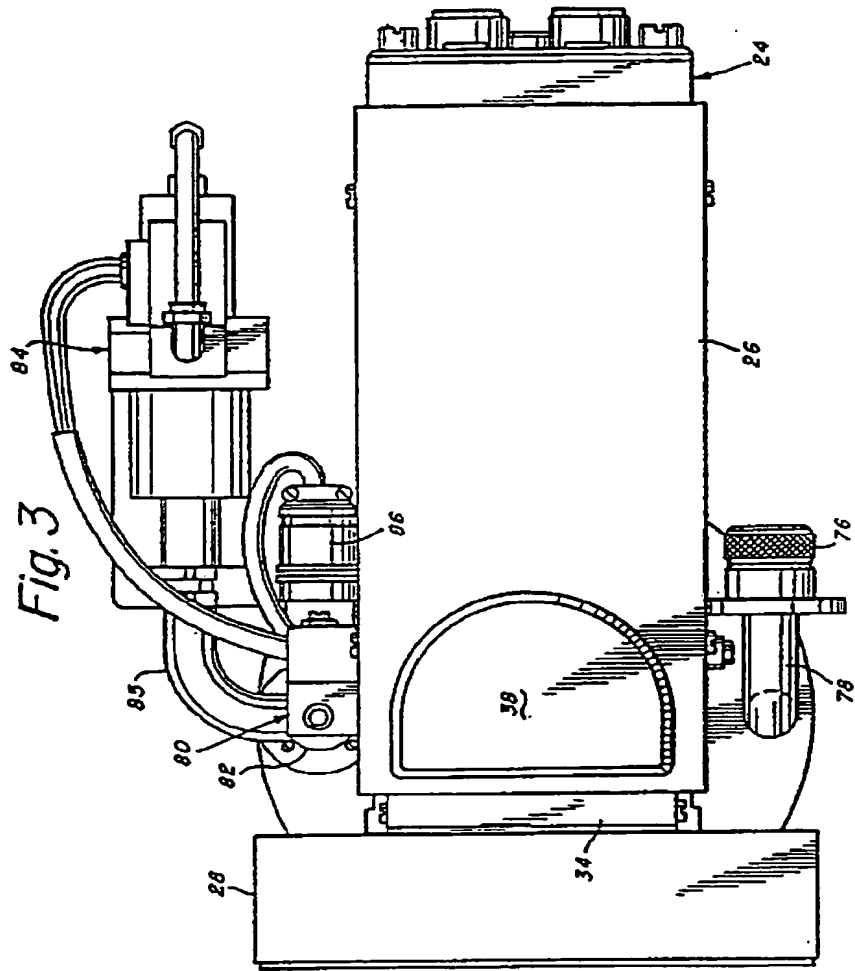


【図 2】

Fig. 2



【図3】



【図4】

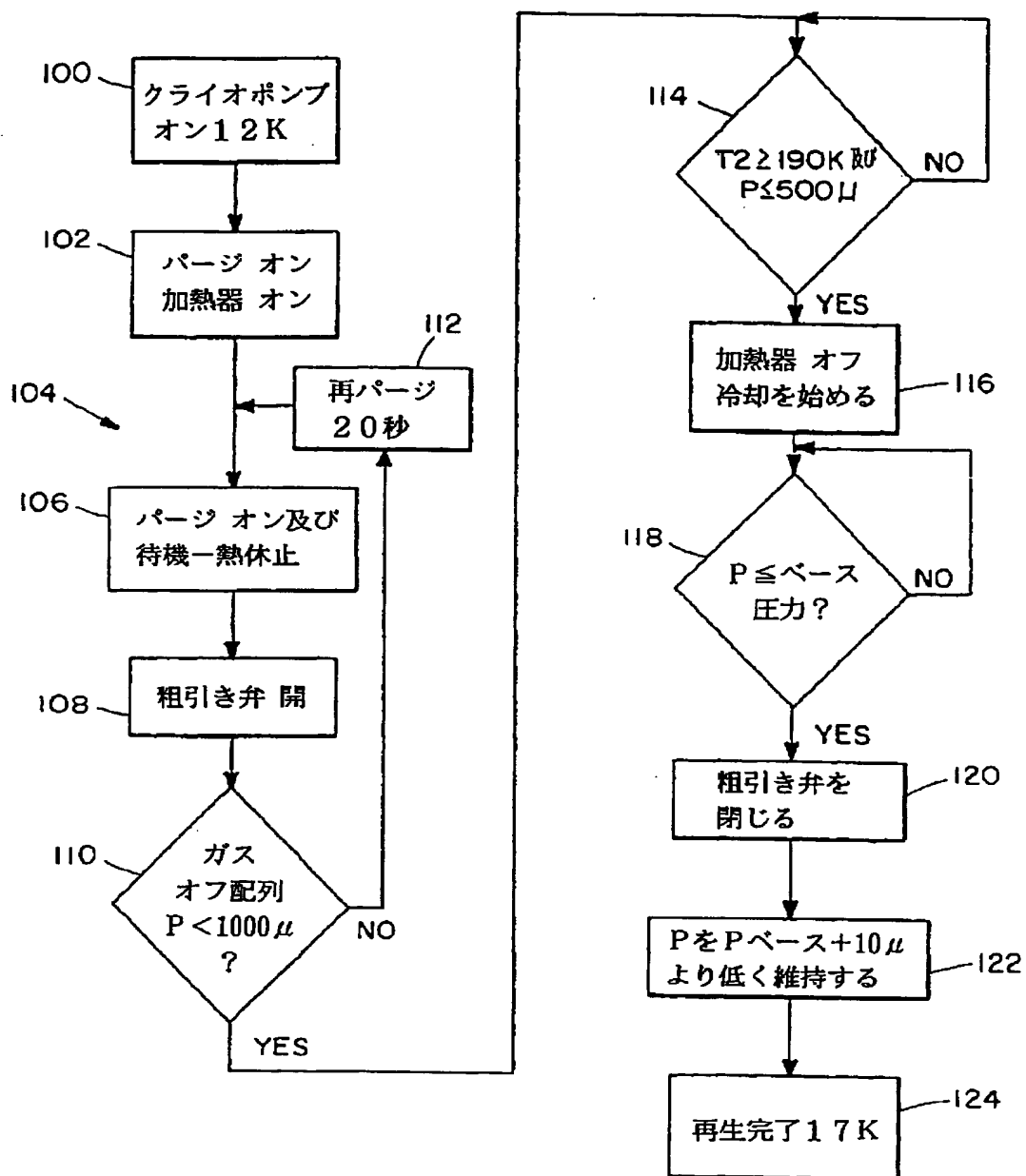


FIG. 4

【図5】

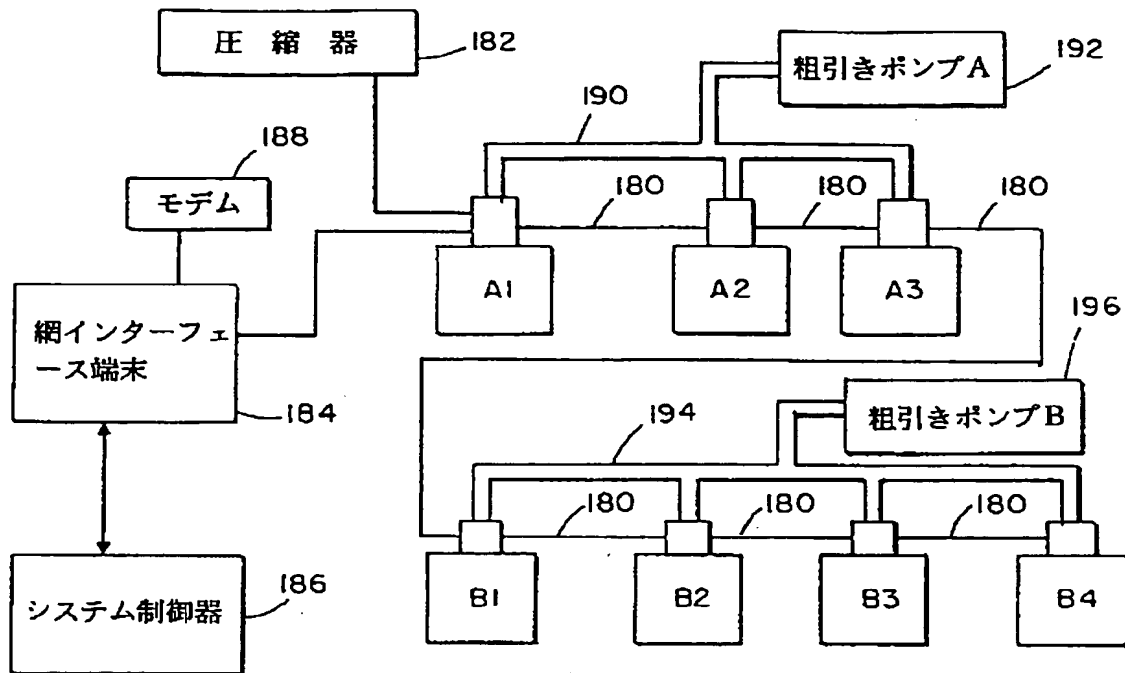


Fig.5

【手続補正書】特許法第184条の7第1項

【提出日】1994年8月1日

【補正内容】

11. 制御器が、クライオポンプの圧力を監視し、圧力が粗引き時間当たり所定量降下する時、クライオポンプが十分に空きであることを判定する請求の範囲10に記載のクライオポンプ。

12. クライオポンプの圧力が、所定量の粗引き時間内に約1、000ミクロンの圧力レベルに降下するまで、暖パージガスの付与と粗引き弁の開放が循環される請求の範囲10に記載のクライオポンプ。

13. 電子制御器が、
第2段の加熱を継続しながら、クライオポンプの圧力を低下させるために粗引き弁を開に維持することと、
第2段の加熱を停止させ、クライオポンプの圧力をさらに低下させるために、粗引き弁を開にしてクライオポンプの粗引きポンピングを継続することと、
ベース圧力において粗引き弁を閉じることと、
クライオポンプの圧力をベース圧力レベルの近くに維持するために、クライオポンプが冷却する時、粗引き弁を循環的に開閉することによりさらに制御を行う請求の範囲10に記載のクライオポンプ。

14. 吸着材が第2冷温段にある、極低温冷凍器によって冷却されるクライオポンプ室における少なくとも第1及び第2段と、
第2段を加熱するための第2段加熱要素と、
クライオポンプ室にパージガスを付与するための暖パージガス弁と、
クライオポンプ室を粗引きポンプに結合するための粗引き弁と、
加熱要素、パージガス弁及び粗引き弁を制御するための電子制御器であり、制御器は、
クライオポンプからガスを解放するためにクライオポンプを暖めること

と、
クライオポンプの圧力をベース圧力レベルにするために粗引き弁を通してクライ

オポンプを粗引きポンピングし、その後、粗引き弁を閉じることと、
クライオポンプの圧力をベース圧力レベルの近くに維持するために、クライオポンプが冷却する時、粗引き弁を循環的に開閉することにより再生プロセスを制御するようにプログラムされる電子制御器とを具備するクライオポンプ。

15. ベース圧力レベルが、約25～250ミクロンの範囲にある請求の範囲14に記載のクライオポンプ。

16. クライオポンプを制御するための電子制御器において、
クライオポンプの第2段を加熱することと、
クライオポンプに凝縮及び吸着されたガスが十分になくなるまで、クライオポンプへの暖パージガスの付与とクライオポンプからの粗引き弁の開放の間を循環することにより、極低温冷凍器の動作を継続しながら、部分再生プロセスにおいてクライオポンプ第2段加熱要素、パージガス弁及び粗引き弁を制御するようにプログラムされる電子制御器。

17. 制御器が、クライオポンプの圧力を監視し、圧力が粗引き時間当たり所定量降下する時、クライオポンプが十分に空きであることを判定する請求の範囲16に記載の電子制御器。

18. 暖かいパージガスの付与と粗引き弁の開放が、クライオポンプの圧力が、所定量の粗引き時間内に約1、000ミクロンの圧力レベルに降下するまで、循環される請求の範囲16に記載の電子制御器。

19. クライオポンプを制御するための電子制御器において、

第2段の加熱を継続しながら、クライオポンプの圧力を低下させるために粗引き弁を開に維持することと、

第2段の加熱を停止させ、クライオポンプの圧力をさらに低下させるために、粗引き弁を開にしてクライオポンプの粗引きポンピングを継続することと、

ベース圧力において粗引き弁を閉じることと、

クライオポンプの圧力をベース圧力レベルの近くに維持するために、クライオポンプが冷却する時、粗引き弁を循環的に開閉することによりさらに制御する請求の範囲16に記載の電子制御器。

20. クライオポンプを制御するための電子制御器において、第2段からガスを解放するためにクライオポンプの第2段を加熱することと、クライオポンプの圧力をベース圧力レベルにするために粗引き弁を通してクライオポンプを粗引きポンピングし、その後、粗引き弁を閉じることと、クライオポンプの圧力をベース圧力レベルの近くに維持するために、クライオポンプが冷却する時、粗引き弁を循環的に開閉することとにより、再生プロセスにおいてクライオポンプ加熱要素、パージガス弁、及び粗引き弁を制御するようにプログラムされる電子制御器。

21. ベース圧力レベルが、約25～250ミクロンの範囲にある請求の範囲20に記載の電子制御器。

22. クライオポンプを粗引きポンピングしながら、第2段クライオパネルを175 Kよりも高い温度に加熱することを具備する、極低温冷凍器に結合されたクライオパネルの少なくとも第1及び第2段を有する

クライオポンプの部分再生の方法。

23. 第2段クライオパネルの温度が、冷凍器の動作を継続しながら、200 Kよりも低い温度において維持される請求の範囲22に記載の方法。

24. 共通粗引きポンプにそれぞれの粗引き弁を通して複数のクライオポンプを結合することと、それぞれの粗引き弁が開である間、クライオパネルがほぼ等しい圧力を維持する如く、再生プロセスを通して粗引きポンプへの粗引き弁を同時にクライオポンプに開放させることとを具備するクライオポンプを制御する方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/US 94/01765
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 5 F04B37/08		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 5 F04B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP,A,0 445 503 (LEYBOLD AG) 11 September 1991 see column 3, line 38 - column 4, line 68; figures	1,8,10, 13,14, 22,24
A	FR,A,2 599 789 (L'AIR LIQUIDE) 11 December 1987 see page 3, line 28 - page 4, line 33; figures	1,8,10, 13,14, 22,24
A	US,A,4 918 930 (GAUDET ET AL.) 24 April 1990 cited in the application	16,17, 19,20
A	US,A,4 555 907 (BARLETT) 3 December 1985 cited in the application	
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 1 June 1994		Date of mailing of the international search report 14. 05. 94
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 5818 Pascalaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Narminio, A

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

BEST AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY

(28)

特表平 8-507115

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/US 94/01765

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0445503	11-09-91	DE-A- 4006755 DE-D- 59100757 JP-A- 4219478 US-A- 5111667	05-09-91 10-02-94 10-08-92 12-05-92
FR-A-2599789	11-12-87	NONE	
US-A-4918930	24-04-90	DE-D- 68910692 DE-T- 68910692 EP-A- 0436673 EP-A- 0553935 JP-T- 4501751 WO-A- 9002878 US-A- 5157928	16-12-93 28-04-94 17-07-91 04-08-93 26-03-92 22-03-90 27-10-92
US-A-4555907	03-12-85	CA-A- 1268048 DE-A- 3566292 EP-A, B 0185702 JP-B- 5029795 JP-T- 61502201 WO-A- 8505410	24-04-90 22-12-88 02-07-86 06-05-93 02-10-86 05-12-85

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

【公報種別】特許法第17条第1項及び特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第5部門第1区分

【発行日】平成13年7月10日(2001.7.10)

【公表番号】特表平8-507115

【公表日】平成8年7月30日(1996.7.30)

【年通号数】

【出願番号】特願平6-519162

【国際特許分類第7版】

F04B 37/08

【F1】

F04B 37/08

手続補正書

平成13年2月9日

特許庁長官 及川 耕造 殿

1. 事件の表示

平成6年特許願知519162号

2. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 ヘリックス・テクノロジー・コーポレーション

3. 代理人

住所 〒107 0052 東京都港区赤坂1丁目9番15号

ヨ本自転車会館

氏名 (6078) 井理士 小田島 平吉

電話 3585-2256



4. 補正命令の日付 なし

5. 補正の対象

請求の範囲の欄

6. 補正の内容

(1) 請求の範囲の欄を別紙のとおり訂正する。

以上

別紙

請求の範囲

「1. 少なくとも第1及び第2段を有するクライオポンプの部分再生の方法において、

クライオポンプの第2段を加熱することと、

クライオポンプに第2段において凝縮及び吸着されたガスが十分になるまで、クライオポンプへの暖かいバージガスの付与とクライオポンプからの粗引き弁の開放の間を循環することとを具備する方法。

2. バージと粗引きの間を循環するステップにおいて、圧力が粗引き時間当たり所定の量低下する時、クライオポンプが十分に空であることを決定するために、クライオポンプの圧力を監視することとさらに具備する請求の範囲1に記載の方法。

3. 暖かいバージガスの付与と粗引き弁の開放が、クライオポンプの圧力が、所定量の粗引き時間内に約1,000ミクロンの圧力レベルに低下するまで、循環される請求の範囲1に記載の方法。

4. 共通粗引きポンプにそれぞれの粗引き弁を通して結合された複数のクライオポンプを具備するシステムにおいて、クライオポンプが、粗引き弁が閉である間、ほぼ等しい圧力を維持する如く、粗引きポンプへの粗引き弁を同時にクライオポンプに開放させることを具備する請求の範囲1に記載の方法。

5. 少なくとも第1及び第2段を有するクライオポンプの部分再生の方法において、

第2段の加熱を継続しながら、クライオポンプの圧力を低下させるために粗引き弁を開に維持することと、

第2段の加熱を停止させ、クライオポンプの圧力をさらに低下させるために、吸引弁を開いてクライオポンプの粗引きポンピングを継続させることと、

ベース圧力レベルにおいて粗引き弁を閉じることと、

クライオポンプの圧力をベース圧力レベルの近くに維持するために、クライオポンプが冷却する時、粗引き弁を循環的に開閉することとを具備する請求の範囲1に記載の方法。

6. 第2段が、粗引き弁が開である間、175kよりも高い温度まで加熱される請求の範囲5に記載の方法。

7. クライオポンプの部分再生の方法において、クライオポンプは、極低温冷凍器によって冷却されるクライオポンプ室において少なくとも第1及び第2段を有し、冷却の第2段において吸着材と、第2段を加熱するための第2段加熱要素と、クライオポンプ室へパージガスを付与するためのパージガス配と、クライオポンプ室を粗引きポンプへ結合するための粗引き弁とがあり、極低温冷凍器の動作を継続しながら、

a) パージガスをクライオポンプ室に付与しながら、加熱要素で第2段を加熱することと、

b) 休止時間を通して第2段を加熱し続けながら、パージガスを使用禁止にすることと、

c) 所定の時間間隔に対して粗引き弁を開放することと、

d) クライオポンプの圧力が第1の所定圧力レベルまで低下されなかったならば、粗引き弁を閉じ、パージガスのバーストをクライオポンプ室に付与し、圧力が第1の所定レベルまで低下されるまで、段階b、cとdを循環することと、

クライオポンプ室を粗引きポンプに結合するための粗引き弁と、

加熱要素、パージガス弁及び粗引き弁を制御するための電子制御器であり、制御器は、

クライオポンプの第2段を加熱することと、

クライオポンプに第2段において凝縮及び吸着されたガスが十分になるまで、クライオポンプへのパージガスの付与とクライオポンプからの粗引き弁の開放の間を循環することにより、極低温冷凍器の動作を継続しながら、部分再生プロセスを制御するようにプログラムされる電子制御器とを具備するクライオポンプ。

11. 制御器が、クライオポンプの圧力を監視し、圧力が粗引き時間当たり所定量降下する時、クライオポンプが十分に空きであることを判定する請求の範囲10に記載のクライオポンプ。

12. クライオポンプの圧力が、所定量の粗引き時間内に約1、000ミクロンの圧力レベルに降下するまで、暖パージガスの付与と粗引き弁の開放が循環される請求の範囲10に記載のクライオポンプ。

13. 電子制御器が、

第2段の加熱を継続しながら、クライオポンプの圧力を低下させるために粗引き弁を開に維持することと、

第2段の加熱を停止させ、クライオポンプの圧力をさらに低下させるために、粗引き弁を閉にしてクライオポンプの粗引きポンピングを継続することと、

ベース圧力において粗引き弁を閉じることと、

クライオポンプの圧力をベース圧力レベルの近くに維持するために、クライオポンプが冷却する時、粗引き弁を循環的に開閉することとによ

りさらに制御を行う請求の範囲10に記載のクライオポンプ。

e) 第2段の温度を所定温度レベルに上昇させ、クライオポンプ室の圧力を第2の所定圧力レベルまで下降させるために、粗引き弁を開いて第2段の加熱を継続することと、

f) 第2段の加熱要素をオフにすることと、

g) クライオポンプ室における圧力がベース圧力レベルまで降下する時、粗引き弁を閉じることと、

h) 第2段が冷却する時、圧力をほぼベース圧力レベルよりも低く維持するために、クライオポンプ室の圧力を監視し、粗引き弁を循環的に開閉することとを具備する請求の範囲1に記載の方法。

8. クライオポンプの再生の方法において、

クライオポンプからガスを解放するためにクライオポンプを暖めることと、

クライオポンプの圧力をベース圧力レベルにするために粗引き弁を通してクライオポンプを粗引きポンピングし、その後、粗引き弁を閉じることと、

クライオポンプの圧力をベース圧力レベルの近くに維持するために、クライオポンプが冷却する時、粗引き弁を循環的に開閉することとを具備する方法。

9. ベース圧力レベルが、約25～250ミクロンの範囲にある請求の範囲8に記載の方法。

10. 吸着材が第2冷凍段にある、極低温冷凍器によって冷却されるクライオポンプ室における少なくとも第1及び第2段と、

第2段を加熱するための第2段加熱要素と、

パージガスをクライオポンプ室に付与するための暖パージガス弁と、

りさらに制御を行う請求の範囲10に記載のクライオポンプ。

14. 吸着材が第2冷凍段にある、極低温冷凍器によって冷却されるクライオポンプ室における少なくとも第1及び第2段と、

第2段を加熱するための第2段加熱要素と、

クライオポンプ室を粗引きポンプに結合するための粗引き弁と、

加熱要素及び粗引き弁を制御するための電子制御器であり、制御器は、クライオポンプからガスを解放するためにクライオポンプを暖めることと、

クライオポンプの圧力をベース圧力レベルにするために粗引き弁を通してクライオポンプを粗引きポンピングし、その後、粗引き弁を閉じることと、

クライオポンプの圧力をベース圧力レベルの近くに維持するために、クライオポンプが冷却する時、粗引き弁を循環的に開閉することにより再生プロセスを制御するようにプログラムされる電子制御器とを具備するクライオポンプ。

15. ベース圧力レベルが、約25～250ミクロンの範囲にある請求の範囲14に記載のクライオポンプ。

16. クライオポンプを制御するための電子制御器において、

クライオポンプの第2段を加熱することと、

クライオポンプに凝縮及び吸着されたガスが十分になるまで、クライオポンプへの暖パージガスの付与とクライオポンプからの粗引き弁の開放の間を循環することにより、極低温冷凍器の動作を継続しながら、部分再生プロセスにおいてクライオポンプ第2段加熱要素、パージガス弁及び粗引き弁を制御するようにプログラムされる電子制御器。

17. 制御器が、クライオポンプの圧力を監視し、圧力が粗引き時間当たり所定値低下する時、クライオポンプが十分に空であることを判定する請求の範囲18に記載の電子制御器。

18. 後かいバージガスの付与と粗引き弁の開放が、クライオポンプの圧力が、所定量の粗引き時間内に約1、000ミクロンの圧力レベルに低下するまで、循環される請求の範囲18に記載の電子制御器。

19. クライオポンプを制御するための電子制御器において、第2段の加熱を継続しながら、クライオポンプの圧力を低下させるために粗引き弁を閉に維持することと、

第2段の加熱を停止させ、クライオポンプの圧力をさらに低下させるために、粗引き弁を開にしてクライオポンプの粗引きポンピングを継続することと、

ベース圧力において粗引き弁を閉じることと、

クライオポンプの圧力をベース圧力レベルの近くに維持するために、クライオポンプが冷却する時、粗引き弁を循環的に開閉することによりさらに制御する請求の範囲18に記載の電子制御器。

20. クライオポンプを制御するための電子制御器において、

第2段からガスを解放するためにクライオポンプの第2段を加熱することと、

クライオポンプの圧力をベース圧力レベルにするために粗引き弁を通してクライオポンプを粗引きポンピングし、その後、粗引き弁を閉じることと、

クライオポンプの圧力をベース圧力レベルの近くに維持するために、クライオポンプが冷却する時、粗引き弁を循環的に開閉することによ

り、再生プロセスにおいてクライオポンプ加熱要素及び粗引き弁を制御するようにプログラムされる電子制御器。

21. ベース圧力レベルが、約25〜250ミクロンの範囲にある請求の範囲20に記載の電子制御器。

22. クライオポンプを粗引きポンピングしながら、第2段クライオパネルを175Kよりも高い温度に加熱することも具備する、極低温装置に結合されたクライオパネルの少なくとも第1及び第2段を有するクライオポンプの部分再生の方法。

23. 第2段クライオパネルの温度が、冷凍器の動作を継続しながら、200Kよりも低い温度において維持される請求の範囲22に記載の方法。

24. 複数粗引きポンプにそれぞれの粗引き弁を通して複数のクライオポンプを結合することと、

それぞれの粗引き弁が開である間、クライオパネルがほぼ等しい圧力を維持する如く、再生プロセスを通して粗引きポンプへの粗引き弁をクライオポンプに開放させることを具備するクライオポンプを制御する方法。」

以上

THIS PAGE BLANK (USPTO)